

(TRANSLATION)

Japanese Patent Publication No. 9-93256

Publication Date : April 4, 1997

Application No.: 7-247865

Filing Date : September 26, 1995

Applicant : FUJITSU LTD

Inventor (s) : SOMIYA TOSHIO et al

Title of the Invention :

QUALITY CONTROL SYSTEM FOR COMMUNICATION SERVICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-093256

(43)Date of publication of application : 04.04.1997

(51)Int.Cl.

H04L 12/28
H04Q 3/00

(21)Application number : 07-247865

(22)Date of filing : 26.09.1995

(71)Applicant : FUJITSU LTD

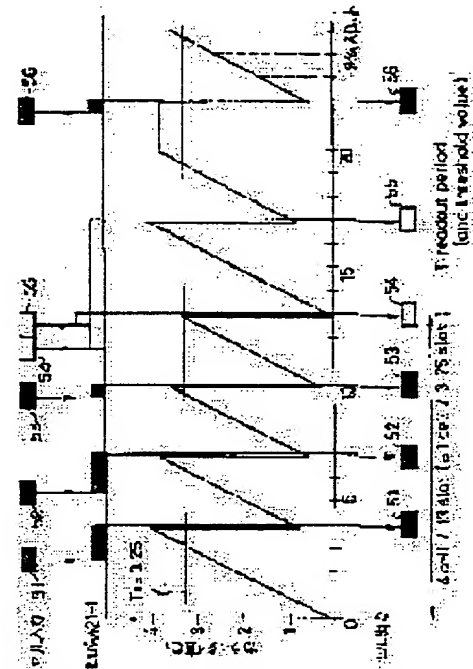
(72)Inventor : SOMIYA TOSHIO
KAWASAKI TAKESHI
KATO MASABUMI

(54) QUALITY CONTROL SYSTEM FOR COMMUNICATION SERVICE

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the control to satisfy the service quality requested by the user while enhancing the utility efficiency of an exchange and a transmission line.

SOLUTION: A threshold level T1 to set a cell read interval from a cell buffer 21-1 is set to a quality class 1. A count C1 of the quality class 1 is incremented by one for each time slot. When the count C1 reaches the threshold level T1 or over and a cell is stored in the cell buffer 21-1 at a time slot 4, the cell (51) is read and the count C1 is decremented by the threshold level T1. When the count C1 reaches the threshold level T1 or over and no cell is stored in the cell buffer 21-1 at a time slot 20, the count C1 is stored as it is.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-93256

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/28		9466-5K	H 0 4 L 11/20	D
H 0 4 Q 3/00		9466-5K	H 0 4 Q 3/00	
			H 0 4 L 11/20	G

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平7-247865

(22) 出願日 平成7年(1995)9月26日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 宗宮 利夫

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 川崎 健

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72) 発明者 加藤 正文

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大智 義之 (外1名)

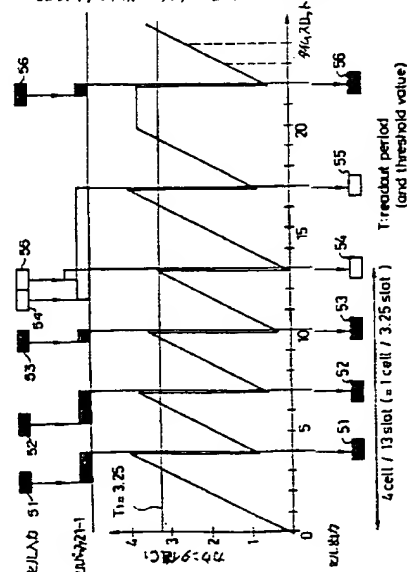
(54) 【発明の名称】 通信サービスの品質制御方式

(57) 【要約】

【課題】 交換機および伝送路の使用効率を高めつつユーザが要求するサービス品質を満足させる制御を提供する。

【解決手段】 品質クラス1に対してセルバッファ21-1からのセル読み出し間隔を規定する閾値T1を設定する。品質クラス1のカウンタ値C1は、1タイムスロット毎に1ずつカウントアップされる。カウンタ値C1が閾値T1以上になったとき(タイムスロット4)に、セルバッファ21-1にセルが格納されていれば、そのセル(セル51)を読み出すとともに、カウンタ値C1を閾値T1だけカウントダウンする。カウンタ値C1が閾値T1以上になったとき(タイムスロット20)に、セルバッファ21-1にセルが格納されていなければ、カウンタ値C1そのまま保持する。

品質制御用バッファの基本動作を説明する図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ルーティング情報を含むヘッダ部と転送情報を格納する情報部とから構成される固定長パケットをそのルーティング情報に従って自律的に交換するネットワークにおいて、そのネットワークで提供される通信サービスを複数の品質クラスに分類しそれら品質クラスの品質を制御する品質制御方式において、品質クラス毎に設けられ、固定長パケットを格納する複数のバッファと、

上記複数のバッファの各々に対して設けられ、それぞれ所定の閾値が設定されている複数のカウンタと、

1つの固定長パケットを処理するための単位時間ごとに上記複数のカウンタの各カウンタ値をインクリメントするとともに、カウンタ値が閾値以上であるカウンタに対応するバッファから固定長パケットを読み出してそのカウンタのカウンタ値をその閾値だけカウントダウンする制御手段と、

を有することを特徴とする品質制御方式。

【請求項2】 上記制御手段は、カウンタ値が閾値以上であるカウンタに対応するバッファに固定長パケットが格納されていない場合には、そのカウンタのカウンタ値をインクリメントしないことを特徴とする請求項1に記載の品質制御方式。

【請求項3】 上記各カウンタに対して設定する閾値を T_i ($i=1, 2, 3, \dots$)、各品質クラスが要求する品質を保証できる帯域を R_{Bi} 、出線の物理帯域を PB とした場合、各閾値を下記(1)式で設定することを特徴とする請求項1に記載の品質制御方式。

$$T_i = PB / R_{Bi} \quad \dots (1) \text{ 式}$$

【請求項4】 上記複数の品質クラスの各々に対して競合優先度情報を設定しておき、2つ以上のバッファにおいて固定長パケットが格納されておりかつそれら2つ以上のバッファに対応するカウンタのカウンタ値がそれぞれその閾値以上である場合には、上記制御手段は、上記2つ以上のバッファのうち最も高い競合優先度が設定されている品質クラスのバッファから固定長パケットを読み出すことを特徴とする請求項1に記載の品質制御方式。

【請求項5】 上記制御手段は、上記最も高い競合優先度が設定されている品質クラス以外の品質クラスに対応する各カウンタのカウンタ値をそれぞれインクリメントすることを特徴とする請求項4に記載の品質制御方式。

【請求項6】 空きタイムスロットを優先的に使用できる権利を所定の品質クラスに対して与えておき、固定長パケットを読み出す状態にある品質クラスがなかったときには、上記制御手段は、上記権利が与えられている品質クラスのバッファから固定長パケットを読み出すことを特徴とする請求項1または4に記載の品質制御方式。

【請求項7】 空きタイムスロットを優先的に使用でき

る権利を予め複数の品質クラスに対して与え、それらの権利に優先順位を設定しておき、

固定長パケットを読み出す状態にある品質クラスがなかったときには、上記制御手段は、上記権利が与えられている複数の品質クラスに対応するバッファでありかつ固定長パケットを格納しているバッファの中で上記権利の優先順位が最も高い品質クラスに対応するバッファから固定長パケットを読み出すことを特徴とする請求項1または4に記載の品質制御方式。

【請求項8】 空きタイムスロットを優先的に使用できる権利を所定の品質クラスに対して与えておき、カウンタ値が閾値以上であるカウンタに対応するバッファに固定長パケットが格納されていないならば、上記制御手段は、上記権利が与えられている品質クラスのバッファから固定長パケットを読み出すことを特徴とする請求項1または4に記載の品質制御方式。

【請求項9】 上記制御手段は、上記権利が与えられている品質クラスのバッファから固定長パケットを読み出す処理に際して、その品質クラスのカウンタ値が閾値以下であった場合、そのカウンタ値をカウントダウンしないことを特徴とする請求項6～8のいずれか1つに記載の品質制御方式。

【請求項10】 上記制御手段は、上記権利が与えられている品質クラスのバッファから固定長パケットを読み出す処理に際して、その品質クラスのカウンタ値が閾値以下であった場合、そのカウンタ値を0にすることを特徴とする請求項6～8のいずれか1つに記載の品質制御方式。

【請求項11】 上記権利を品質クラス毎に設定できることを特徴とする請求項6～8のいずれか1つに記載の品質制御方式。

【請求項12】 品質クラス毎に、上記競合優先情報および上記空きタイムスロットを優先的に使用できる権利とを独立して設定できることを特徴とする請求項6～8のいずれか1つに記載の品質制御方式。

【請求項13】 ルーティング情報を含むヘッダ部と転送情報を格納する情報部とから構成される固定長パケットをそのルーティング情報に従って自律的に交換するネットワークにおいて、そのネットワークで提供される通信サービスを複数の品質クラスに分類しそれら品質クラスの品質を制御する品質制御方式において、品質クラス毎に設けられ、固定長パケットを格納する複数のバッファと、

上記複数のバッファの各々に対して設けられ、それぞれ第1の閾値およびその第1の閾値よりも大きな第2の閾値が設定されている複数のカウンタと、

1つの固定長パケットを処理するための単位時間ごとに上記複数のカウンタの各カウンタ値をインクリメントし、カウンタ値が第1の閾値以上であるカウンタに対応するバッファに固定長パケットが格納されている場合に

は、その固定長バケットを読み出すとともにそのカウンタのカウンタ値を第1の閾値だけカウントダウンし、カウンタ値が第2の閾値以上であるカウンタに対応するバッファに固定長バケットが格納されていない場合には、そのカウンタのカウンタ値をインクリメントしないように制御する制御手段と、

を有することを特徴とする品質制御方式。

【請求項14】 ルーティング情報を含むヘッダ部と転送情報を格納する情報部とから構成される固定長バケットをそのルーティング情報に従って自律的に交換するネットワークにおいて、そのネットワークで提供される通信サービスを複数の品質クラスに分類しそれら品質クラスの品質を制御する品質制御方式において、固定長バケットを格納する共通バッファと、品質クラス毎に設けられ、固定長バケットを上記共通バッファへ書き込んだときの書込みアドレスを固定長バケットの品質クラスに応じて格納する複数のアドレスバッファと、上記複数のアドレスバッファの各々に対して設けられ、それぞれ所定の閾値が設定されている複数のカウンタと、

1つの固定長バケットを処理するための単位時間ごとに上記複数のカウンタの各カウンタ値をインクリメントするとともに、カウンタ値が閾値以上であるカウンタに対応するアドレスバッファから書込みアドレスを取り出してその書込みアドレスを用いて上記共通バッファから固定長バケットを読み出し、そのカウンタのカウンタ値をその閾値だけカウントダウンする制御手段と、を有することを特徴とする品質制御方式。

【請求項15】 上記制御手段は、カウンタ値が閾値以上であるカウンタに対応するアドレスバッファに書込みアドレスが格納されていない場合には、そのカウンタのカウンタ値をインクリメントしないことを特徴とする請求項14に記載の品質制御方式。

【請求項16】 上記各カウンタに対して設定する閾値を T_i ($i=1, 2, 3, \dots$)、各品質クラスが要求する品質を保証できる帯域を R_{Bi} 、出線の物理帯域を PB とした場合、各閾値を下記(2)式で設定することを特徴とする請求項14に記載の品質制御方式。

$$T_i = PB / R_{Bi} \quad \dots (2) \text{ 式}$$

【請求項17】 上記複数の品質クラスの各々に対して競合優先度情報を設定しておき、2つ以上のアドレスバッファにおいて書込みアドレスが格納されておりかつそれら2つ以上のアドレスバッファに対応するカウンタのカウンタ値がそれぞれその閾値以上である場合には、上記制御手段は、上記2つ以上のアドレスバッファのうち最も高い競合優先度が設定されている品質クラスのアドレスバッファから書込みアドレスを取り出すことを特徴とする請求項14に記載の品質制御方式。

【請求項18】 上記制御手段は、上記最も高い競合優

先度が設定されている品質クラス以外の品質クラスに対応する各カウンタのカウンタ値をそれぞれインクリメントすることを特徴とする請求項17に記載の品質制御方式。

【請求項19】 空きタイムスロットを優先的に使用できる権利を所定の品質クラスに対して与えておき、書込みアドレスを取り出すことができる状態にある品質クラスがなかったときには、上記制御手段は、上記権利が与えられている品質クラスのアドレスバッファから書込みアドレスを取り出すことを特徴とする請求項14または17に記載の品質制御方式。

【請求項20】 空きタイムスロットを優先的に使用できる権利を予め複数の品質クラスに対して与え、それらの権利に優先順位を設定しておき、書込みアドレスを取り出すことができる状態にある品質クラスがなかったときには、上記制御手段は、上記権利が与えられている複数の品質クラスに対応するアドレスバッファでありかつ書込みアドレスを格納しているアドレスバッファの中で上記権利の優先順位が最も高い品質クラスに対応するアドレスバッファから書込みアドレスを取り出すことを特徴とする請求項14または17に記載の品質制御方式。

【請求項21】 空きタイムスロットを優先的に使用できる権利を所定の品質クラスに対して与えておき、カウンタ値が閾値以上であるカウンタに対応するアドレスバッファに書込みアドレスが格納されていなければ、上記制御手段は、上記権利が与えられている品質クラスのアドレスバッファから書込みアドレス取り出すことを特徴とする請求項14または17に記載の品質制御方式。

【請求項22】 上記制御手段は、上記権利が与えられている品質クラスのアドレスバッファから書込みアドレスを取り出す処理に際して、その品質クラスのカウンタ値が閾値以下であった場合、そのカウンタ値をカウントダウンしないことを特徴とする請求項19～21のいずれか1つに記載の品質制御方式。

【請求項23】 上記制御手段は、上記権利が与えられている品質クラスのアドレスバッファから書込みアドレスを取り出す処理に際して、その品質クラスのカウンタ値が閾値以下であった場合、そのカウンタ値を0にすることを特徴とする請求項19～21のいずれか1つに記載の品質制御方式。

【請求項24】 上記権利を品質クラス毎に設定できることを特徴とする請求項19～21のいずれか1つに記載の品質制御方式。

【請求項25】 品質クラス毎に、上記競合優先情報および上記空きタイムスロットを優先的に使用できる権利とを独立して設定できることを特徴とする請求項19～21のいずれか1つに記載の品質制御方式。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ATM 網における品質制御方式に係わり、特に、サービス毎に品質を制御する方式に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、音声通信、データ通信、ビデオ通信といった通信サービスを提供する場合、それぞれ独立した網（たとえば、電話網、パケット通信網、CATV網など）を設けていた。ところが、サービス毎に網を設ける方式では、網資源を有効に利用することが難しく、コスト的に望ましくない。このため、これらの様々なサービスを統合化した次世代の通信ネットワークとして広帯域 ISDN が研究・開発されている。そして、広帯域 ISDN の中核技術として ATM が実用段階に入りつつある。

【0003】ATM は、セルと呼ばれる 53 バイトの固定長パケットを用いて情報を転送する通信方式である。ATM セルは、通信路を指定する VPI/VCI を含む 5 バイトのヘッダと、転送すべき情報を格納する 48 バイト情報フィールドとから構成される。そして、ATM では、セルの再送等の機能を交換機で省くことによって高速通信を実現している。また、ATM は、転送するセル数を制御することによって可変速度通信を行うことができる。

【0004】ところで、上述のような各サービスは、網に対してそれぞれ異なったサービス品質を要求する。たとえば、音声通信では、セルの一部が損失しても音質の低下は僅かであるが、セルの転送が遅延すると音声聞きづらくなるので、セル損失に関する品質要求は比較的緩いが、転送遅延に関する品質要求は厳しい。一方、データ通信では、セルの転送が遅延してもさほど問題にならないが、セル損失が発生すると正しいデータが得られなくなるので、転送遅延に関する品質要求は緩いが、セル損失に関する品質要求は厳しい。このように、ATM 網は、様々な要求品質のサービスを収容することになる。

【0005】図18は、ATM 網における従来の品質管理方式を説明する図である。この方式は、セル廃棄制御方式と呼ばれている。すなわち、ATM 交換機内にセルバッファを設け、そのセルバッファに対してキュー長（セル蓄積量）を指定する閾値を設定する。ATM 交換機に入力するセルは、いったんこのセルバッファに書き込まれた後に所定のタイミングで読み出されるが、多数の加入者線などから ATM 交換機に入力するセルが増加すると、セルバッファ内のセル蓄積量は増加し、キュー長は伸びる。そして、このキュー長が閾値を越えると、低い優先度が設定されているセルは、もうそれ以上セルバッファには収容されずに廃棄され、高い優先度が設定されているセルのみをせるバッファに収容させる。セルの優先度は、ヘッダに設けられた CLP (Cell Loss Priority) ビット、もしくは交換機内で使用されるタグ情報で判別する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方式では、サービスが多様化するにつれて各サービスが要求する品質を保証することが難しくなる。すなわち、閾値を大きく設定すれば、セル廃棄に関する保証は容易になるが、遅延が大きくなっていしまう。一方、遅延を小さくするために閾値を小さくすると、セル廃棄に関する要求を保証できなくなってしまう。

【0007】上記問題を解決するために、サービス毎にセルバッファを設ける方式が提案されている。この方式では、あるサービスのトラフィックが増加してそのサービスに対して設けられているセルバッファにおいてセル廃棄が発生したとしても、他のサービスの品質に影響を及ぼさない。しかしながら、各セルバッファに格納されているセルをどのような順序で読み出すかについては、現在検討中である。

【0008】読出し制御方式の一案としては、各セルバッファに対して予め読出し帯域を設定しておき、その帯域に従って時分割にセルを読み出す方式が考えられている。しかしながら、帯域を固定的に設定してしまうと、転送すべきセルが格納されていないセルバッファに対しても「読出し時間（読出しタイムスロット）」を割り当ててしまうので、その期間は、他のセルバッファにおいてセルが格納されていたとしても、そのセルは読み出されることはなく、セル転送の効率が低下してしまう。

【0009】このように、ATM は、様々な要求品質を持ったサービスを統合的に扱うため、その品質管理が難しい。本発明は、交換機および伝送路の使用効率を高めつつユーザのサービス品質を満足させる制御を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】図1を参照しながら、本発明の原理を説明する。本発明は、ルーティング情報を含むヘッダ部と転送情報を格納する情報部とから構成される固定長パケットをそのルーティング情報に従って自律的に交換するネットワーク（たとえば、ATM 網）を対象とする。そして、そのネットワークで提供される通信サービスを複数の品質クラスに分類してそれら品質クラスの品質を制御する方式を前提とする。

【0011】複数のバッファ $1-1 \sim 1-n$ は、品質クラス毎に設けられ、それぞれ対応する品質クラスの固定長パケットを格納する。共通バッファ構成とする場合には、固定長パケットを共通バッファに格納し、各固定長パケットの共通バッファへの書き込みアドレスを、それら固定長パケットの品質クラスに応じて、品質クラス毎に設けた複数のバッファ $1-1 \sim 1-n$ に格納する。

【0012】複数のカウンタ $2-1 \sim 2-n$ は、複数のバッファ $1-1 \sim 1-n$ の各々に対して設けられ、それぞれ所定の閾値が設定される。制御手段3は、1つの固定長パケットを処理するための単位時間（タイムスロット）毎に複数のカウンタ $2-1 \sim 2-n$ の各カウンタ値

をインクリメントするとともに、カウンタ値が閾値以上であるカウンタに対応するバッファから固定長パケットを読み出してそのカウンタのカウンタ値をその閾値だけカウントダウンする。また、制御手段3は、カウンタ値が閾値以上であるカウンタに対応するバッファに固定長パケットが格納されていない場合には、そのカウンタのカウンタ値をインクリメントしないように制御する。

【0013】上記制御によれば、閾値は、各品質クラス毎の読出し間隔を規定する。また、各カウンタに対して設定する閾値を T_i ($i=1, 2, 3, \dots$)、各品質クラスが要求する品質を保証できる帯域を R_{Bi} 、出線の物理帯域を PB とした場合、 $T_i = PB / R_{Bi}$ となるように閾値を設定すれば、各品質クラスにおいて閾値によって規定されるセル読出し間隔（セル読出しレート）によって品質が保証される。

【0014】各品質クラスに対して競合優先度情報を設定しておく。そして、2つ以上の品質クラスにおいてセルを読み出せる状態になった場合（2つ以上のバッファにおいて固定長パケットが格納されておりかつそれら2つ以上のバッファに対応するカウンタのカウンタ値がそれぞれその閾値以上である場合）には、御手段3は、上記2つ以上のバッファのうち最も高い競合優先度が設定されている品質クラスのバッファから固定長パケットを読み出す。このことにより、品質クラス間の優先制御を行うことができる。

【0015】空きタイムスロットを優先的に使用できる権利を所定の品質クラスに対して与えておく。そして、固定長パケットを読み出す状態にあるバッファがなかった場合（カウンタ値が閾値以上である品質クラスがない場合、またはカウンタ値が閾値以上である品質クラスのバッファに固定長パケットが格納されていない場合）には、制御手段3は、上記権利が与えられている品質クラスのバッファから固定長パケットを読み出す。このことにより、帯域を効率よく利用できる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。本発明は、固定長パケットをその固定長パケットに設定されている制御情報に従って自律的にルーティングさせるネットワークを対象とする。以下では、ATM 網を採り上げて説明するが、ATM の他に、たとえば、SMDS通信などにも適用できる。。

【0017】図2は、ATM 網の構成図である。多数の加入者線から入力されるセルまたは他の交換機から転送されてくるセルは、多重化装置11によって多重されてATM スイッチ12に入力される。図2に示す例では、それぞれ150Mbpsの帯域を持った16本の加入者線を集線して、2.4Gbpsの速度でATM スイッチ12にセルを入力する構成である。ATM スイッチ12は、各セルに設定されているルーティング情報に従ってそのセルを所定の出線に出力する。

【0018】加入者Aから加入者Bへセルを転送するときには、加入者Aは、加入者Bへのルートを指定するVPI/VCIをそのセルのヘッダに設定してATM スイッチ12へ転送する。このとき、VCI 変換テーブル13が参照され、入力セルに設定されているVPI/VCIに従って、タグ情報および出力用VPI/VCIが取り出される。そして、入力セルは、タグ情報が付与されるとともに入力セルに設定されていたVPI/VCIが出力用VPI/VCIに書き換えられ、ATM スイッチ12に入力される。ATM スイッチ12は、タグ情報に従ってそのセルを交換し、加入者Bへ接続される出線にそのセルを出力する。

【0019】本発明の品質制御用バッファ60または70は、ATM スイッチ12の入力側（多重集線部）またはATM スイッチ12の出力側（多重分離部）に設けられる。また、本発明の品質制御用バッファを用いてATM スイッチ12自体を構成することもできる。

【0020】上記ATM 網は、音声通信、画像通信、データ通信等の様々なサービスを提供する。各サービスは、セル廃棄率や転送遅延等に関するサービス品質を要求する。本発明の品質制御用バッファは、このような様々なサービスの品質を保証するように制御を行う。

【0021】図3は、品質制御用バッファの概念を説明する図である。セルバッファ21-1, 21-2, ..., 21-nは、品質クラスごとに設けられる。品質クラスは、各サービスが交換機に要求する品質（QoS: Quality of Service）によって分類される。たとえば、ATM フォーラムにおいては、各サービスが申告する転送レートおよび転送遅延に関するパラメータ等に従って、それらのサービスを5つのカテゴリに分類している。即ち、CBR (Continuous Bit Rate)、rt-VBR (realtime Variable Bit Rate)、nrt-VBR (non real time Variable Bit Rate)、ABR (Available Bit Rate)、UBR (Unspecified Bit Rate)に分類している。セルバッファ21-1, 21-2, ..., 21-nは、例えば、これらの5つのカテゴリに対応してそれぞれ設けられる。

【0022】なお、品質クラスは、上述の分類に限定されるものではなく、用途に応じて任意に設定することができる。すなわち、たとえば、セル損失率（廃棄率）の許容値に従って品質クラスを設定してもよい。

【0023】品質クラスフィルタ22-1, 22-2, ..., 22-nは、それぞれセルバッファ21-1, 21-2, ..., 21-nに対して設けられる。各品質クラスフィルタ22-1, 22-2, ..., 22-nは、それぞれ特定の品質クラスのセルのみを通過させる。たとえば、品質クラスフィルタ22-1は、品質クラス1が設定されているセルのみを取り込んで、そのセルをセルバッファ21-1へ書き込む。

【0024】読出しスケジューラ23は、後述詳しく説明する手順に従って、セルバッファ21-1, 21-

2, . . . , 21-nに格納されているセルを読み出して出線に出力する。

【0025】次に、各セルに対して品質クラスを設定する方法を説明する。ATM では、呼を確立する際に、シグナリングによって、サービスの種類、セル転送レート、転送先情報などを申告する。交換機は、CAC (Call Admission Control)により、この申告値を受け入れることができるかどうかを判断する。受け入れることができる場合には、未使用のVPI/VCI を確保し、呼を設定しようとする加入者にその確保したVPI/VCI を通知する。このとき、VCI 変換テーブル13において、上記VPI/VCI に対応づけて、出力VPI/VCI およびタグ情報を設定する。上記VPI/VCI を受け取った加入者は、各セルにそのVPI/VCI を設定してそれらのセルを交換機へ転送する。

【0026】図4(a)は、回線上でのセルのフォーマットである。回線上でのセルは、5バイトのヘッダと48バイトの情報フィールド(ペイロード)とから構成される。ヘッダは、VPI/VCI、ペイロードの種別を識別するPTI、セル損失の優先度を示すCLP、およびヘッダ部の誤り検出とセル同期に用いられるHECによって構成される。

【0027】図5は、VCI 変換テーブル13を模式的に示した図である。VCI 変換テーブル13には、入力セルのVPI/VCI に対応づけて、出力VPI/VCI およびタグ情報が設定されている。

【0028】図4(a)に示すセルが交換機に入力するとき、VCI 変換テーブル13がアクセスされる。すなわち、入力セルのヘッダに設定されているVPI/VCI を用いてVCI変換テーブル13が検索され、そのVPI/VCI に対応する出力VPI/VCI 及びタグ情報が取り出される。そして、入力セルに設定されていたVPI/VCI が出力VPI/VCI に書き換えられるとともにタグ情報が付与される。VPI/VCI が書き換えられタグ情報が付与されたセルは、交換機(ATM スイッチ12)に入力される。

【0029】図4(b)は、交換機内でのセルのフォーマットの一実施形態である。交換機内でのセルは、その先頭に2バイトのタグ情報が付加されており、そのタグ情報に続いてヘッダおよび情報フィールド(ペイロード)が格納される。タグ情報は、VCI 変換テーブル13から読み出したものである。

【0030】属性表示タグは、当該セルが、ポイント対ポイント通信であるのかポイント対マルチポイント通信であるのかを表示するビット等からなる。スイッチタグは、ATM スイッチ12内でセルが通過するルート(パス)を指定する。品質制御タグは、品質クラスを指定する。品質クラスの分類として、たとえば、ATM フォーラムで提案されている5つのカテゴリを用いれば、品質制御タグは、3ビットの情報とすればよい。回線タグは、出力回線を指定する。

【0031】このように、セルが交換機に入力されると

きに付与されるタグ情報には、品質クラスを指定する品質制御タグ(品質クラス番号)が設定されている。したがって、入力セルのタグ情報を検出すれば、そのセルの品質クラスを認識できる。図3において、品質クラスフィルタ22-1, 22-2, . . . , 22-nは、入力セルのタグ情報を検出し、そのセルを通過させるか否かを判断する。このことにより、各セルを、そのセルの品質クラスに対応するセルバッファ21-1, 21-2, . . . , 21-nに書き込むことができる。

10 【0032】図6は、品質制御用バッファのブロック図である。なお、図6においては、図3に示す品質クラスフィルタ22-1, 22-2, . . . , 22-nの後段の構成を示している。

【0033】品質制御用バッファは、品質クラス毎に設けられる個別部とすべての品質クラスに共通に設けられる共通部とからなる。各品質クラスの個別部の構成は、互いに同じであるので、ここでは、品質クラス1について説明する。

20 【0034】品質クラスフィルタ22-1を通過したセルは、セルバッファ21-1に書き込まれる。バッファ長計測カウンタ31-1は、セルバッファ21-1のバッファ長(セルバッファ21-1に格納されているセル数)を計測する。バッファ長計測カウンタ31-1は、セルバッファ21-1にセルが書き込まれたときにカウンタ値をインクリメントし、読出し35-1がセルバッファ21-1からセルを読み出したときにそのカウンタ値をデクリメントする。

30 【0035】閾値設定部32-1は、ソフトウェアにより品質クラス1の閾値を設定する。閾値の決定方法については後述する。セルカウンタ33-1は、時間経過、および品質クラス1のセルの入出力に従って計数動作するカウンタである。セルカウンタ33-1の動作については後述詳しく説明する。比較器34-1は、セルカウンタ33-1のカウンタ値と閾値設定部32-1に設定されている閾値とを比較し、その比較結果を読出し部35-1に通知する。読出し部35-1は、時間経過および各種制御信号に従ってセルバッファ21-1からセルを読み出す。

40 【0036】共通部としては、オーバーライド指定部41、オーバーライド制御部42および競合制御部43を設ける。オーバーライド指定部41は、オーバーライド指定をするか否かを品質クラス毎に設定する。複数の品質クラスに対してオーバーライド指定をする場合には、その優先順位も設定する。

【0037】図7は、オーバーライド指定部41の設定例である。同図に示す例では、品質クラスを5つに分類しており、品質クラス3~5に対してオーバーライド指定を設定している。また、品質クラス5に対して最も高いオーバーライド優先権を与えている。

50 【0038】オーバーライド制御部42は、セルバッファ

21-1, 21-2, . . . , 21-nのバッファ長およびオーバーライド指定部41に設定されている情報に従って所定の品質クラスの読出し部に対して読出し制御信号を転送する。

【0039】競合制御部43は、競合優先情報を格納している。競合優先情報は、複数の品質クラスにおいてセルを読み出すことができる状態になったときに、どのセルバッファからセルを読み出すかを指定する情報である。この情報は、ソフトウェアが予め設定しておく。そして、競合制御部43は、各品質クラスのバッファ長計測カウンタ31-1, 31-2, . . . , 31-nのカウンタ値および比較器34-1, 34-2, . . . , 34-nの比較結果を受け取り、複数の品質クラスにおいてセルを読み出すことができる状態になったことを認識すると、競合優先情報に従って所定の品質クラスの読出し部に読出し制御信号を転送する。

【0040】なお、図6においては、読出し部35-1, 35-2, . . . , 35-nを品質クラス毎に独立に示しているが、すべての品質クラスに対して共通に設けるようにしてもよい。

【0041】図8は、品質制御用バッファの基本動作を説明する図である。ここでは、1つの品質クラス（品質クラス1とする）について説明する。品質クラス1に対する閾値T1は、3.25に設定されている。閾値T1は、下記(1)式を用いて決定する。

閾値T1 = 帯域PB / 帯域RB1 . . . (1) 式
帯域PBは、出線の物理帯域である。ここで説明する品質制御用バッファを図2に示すATMスイッチ12の入力側（多重集線部）に設ける品質制御用バッファ60とすると、出線の物理帯域は、2.4 Gbpsである。帯域RB1は、品質クラス1が要求する品質を保証するために必要な帯域である。各品質クラスが要求する品質（セル廃棄率など）は、予め設定してある。また、各呼を確立するとき申告される転送レートは、CACが管理している。したがって、これらの情報を参照することにより、各品質クラスが要求する品質を保証するために必要な帯域を知ることができる。この例では、帯域RB1 = 0.7385 Gbpsである。よって、閾値T1 = 2.4 / 0.7385 = 3.25が得られる。

【0042】セルカウンタ33-1のカウンタ値C1は、基本的に、下記の規則(a)～(c)に従って変化する。ただし、後述する競合制御およびオーバーライド制御においては、下記規則が適用されない場合もある。

- (a) 1タイムスロット毎にインクリメント（1カウントアップ）
- (b) あるタイムスロットにおいてセルバッファ22-1からセルを読み出したときには、インクリメントすることなく、閾値T1（3.25）だけカウントダウンする
- (c) カウンタ値C1が閾値T1以上であれば、上記(a)のインクリメントを行わない

次に、セル読出しアルゴリズムを具体的に説明する。図8では、セル51～56がセルバッファ22-1に書き込まれたときのカウンタ値C1および読出し動作を示している。なお、ここでは、タイムスロット0においてカウンタ値C1が0であるとする。1タイムスロット時間は、出線の物理帯域を2.4 Gbpsとすると、たとえば、約180 nsecである。

【0043】セルバッファ22-1からセルを読み出すための条件としては、以下の2つが設定されている。ただし、条件(a)は、後述するオーバーライド制御において無視される場合もある。

(a) カウンタ値C1が閾値T1以上である

(b) セルバッファ22-1にセルが格納されている
上記条件(a)を満たすとき、品質クラス1に対してセル読み出す権利が与えられる。また、上記(a)および(b)を満たすとき、品質クラス1が「セルを読み出すことができる状態」になる。換言すれば、上記条件(a)または(b)の少なくとも一方が満たされない場合、品質クラス1は「セルを読み出すことができない状態」となる。

なお、複数の品質クラスが同時に「セルを読み出すことができる状態」となった場合は、後述する競合制御において説明する。

【0044】カウンタ値C1は、1タイムスロット時間が経過するごとに1ずつカウントアップされ、タイムスロット4において閾値T1よりも大きな値となる。これにより、読出し部35-1は、タイムスロット4において、セルバッファ22-1からセルを読み出す権利が与えられる。このとき、セルバッファ22-1にはセル51が格納されているので、読出し部35-1は、セル51を読み出して出線に出力する。同時に、カウンタ値C1が閾値T1だけカウントダウンされる。すなわち、タイムスロット4において、カウンタ値C1は0.75（4 - 3.25 = 0.75）となる。

【0045】以降、同様の動作を繰り返す。すなわち、タイムスロット毎にカウンタ値C1を1ずつカウントアップし、カウンタ値C1が閾値T1以上となったときにセルバッファ22-1にセルが格納されていれば、そのセルを読み出して出線に出力するとともに、カウンタ値C1を閾値T1だけカウントダウンする。

【0046】カウンタ値C1が閾値T1以上となったとき（タイムスロット4、7、10、13）に、セルバッファ22-1に常にセルが格納されているとすると、セルを読み出す間隔は閾値T1に一致する。図8に示す例では、タイムスロット0～タイムスロット13の期間に4個のセルを読み出している。したがって、セルを読み出す間隔の平均値は、13 / 4 = 3.25となり、閾値T1と一致する。

【0047】タイムスロット17においてセル55を読み出した後、カウンタ値C1はカウントアップされていく。そして、タイムスロット20において、カウンタ値

C1は閾値T1 以上となり、読出し部35-1は、セルバッファ22-1からセルを読み出す権利が与えられる。しかし、このとき、セルバッファ22-1にはセルが格納されていないので、セルを読み出すことができない。このように、カウンタ値C1 が閾値T1 以上であるときに、セルバッファ22-1にセルが格納されていない場合には、カウンタ値C1 はインクリメントされずにそのままの値が保持される。

【0048】この後、カウンタ値C1 は、セルバッファ22-1にセルが書き込まれるまでその値が保持されるが、保持される値は閾値T1 以上であるので、読出し部35-1は、常にセルバッファ22-1からセルを読み出す権利が与えられた状態となっている。したがって、セルバッファ22-1にセル56が書き込まれると、セル56は即座に読み出される。

【0049】カウンタ値C1 が閾値T1 以上であり、かつ、セルバッファ22-1にセルが格納されていない場合に、カウンタ値C1 をインクリメントしない理由は以下の通りである。すなわち、もし、カウンタ値C1 が閾値T1 以上であり、かつ、セルバッファ22-1にセルが格納されていない場合にカウンタ値C1 をタイムスロット毎にインクリメントすると、セル入力がなければ、カウンタ値C1 は大きな値となってしまう。一例として、カウンタ値C1 が40にまでカウントアップされた状態を想定する。

【0050】この状態において、多量のセルがバースト的に入力されてセルバッファ22-1に書き込まれると、カウンタ値C1 は閾値T1 以上であるので、セルバッファ22-1からセルが1つ読み出されるとともに、カウンタ値C1 が閾値T1 だけカウントダウンされる。このことにより、カウンタ値C1 は36、75(40-3、25=36、75)となる。次タイムスロットにおいても、カウンタ値C1は閾値T1 以上であるので、セルバッファ22-1からセルが1つ読み出され、カウンタ値C1 は閾値T1 だけカウントダウンされて、33、5(36、75-3、25=33、5)になる。以降、カウンタ値C1 が閾値T1 よりも小さくなるまで連続してセルバッファ22-1からセルが読み出される。この例では、12タイムスロット連続してセルバッファ22-1からセルが読み出されることになる。

【0051】このように、ある品質クラスにおいて連続してセルが読み出されると、その品質クラスのセル転送に使用される帯域が、その品質クラスの要求する品質を保証するために必要な帯域を越えてしまう。この場合、この品質制御用バッファから出力されるセルを受信する装置(たとえば、ATM スイッチ)においてセル廃棄が発生する可能性が高くなる。

【0052】カウンタ値C1 が閾値T1 以上であり、かつ、セルバッファ22-1にセルが格納されていない場合に、カウンタ値C1 をインクリメントしない理由は、

上述のようなセル廃棄を回避するためである。

【0053】本実施形態の品質制御用バッファは、上述のようなカウンタ値の制御により、各品質クラスのセル転送レートを閾値によって規定している。このため、上述のようなセル廃棄を防ぐことができる。ただし、後述する競合が発生した場合は、カウンタ値の制御方法が異なる。

【0054】次に、競合制御について説明する。本実施形態の品質制御用バッファは、複数の品質クラスのそれぞれに対してセルバッファを設け、所定の条件に従って、それらセルバッファからセルを読み出す構成である。しかしながら、1タイムスロットにおいて読み出すことができるセルは、1つのみであるので、2つ以上の品質クラスにおいてセルバッファからセルを読み出せる状態となると、品質クラス間で競合が発生する。

【0055】図9は、競合制御を説明する図である。図9では、2つの品質クラスの間での競合を説明する。品質クラス1および品質クラス2は、それぞれ閾値として、 $T1=3$ 、 25 および $T2=3$ 、 0 が設定されている。また、各品質クラスに対しては、予め競合優先情報が設定されている。ここでは、品質クラス1に対して高い競合優先権が与えられており、品質クラス1と品質クラス2との間で競合が発生した場合、品質クラス1のセルを読み出すものとする。なお、品質クラス1および品質クラス2に対してそれぞれ設けられるセルカウンタのカウンタ値をそれぞれC1 およびC2 とする。

【0056】競合が発生していないときには、品質クラス1および品質クラス2において、それぞれ図8を参照しながら説明した動作でセルを読み出して出線に出力する。すなわち、1タイムスロット毎に各カウンタ値C1 およびC2 を1ずつカウントアップ(インクリメント)し、カウンタ値C1 が閾値T1 以上となったときにセルバッファ22-1にセルが格納されていればそのセルを読み出し、カウンタ値C2 が閾値T2 以上となったときにセルバッファ22-2にセルが格納されていればそのセルを読み出す。

【0057】品質クラス1と品質クラス2との間で競合が発生した場合は、高い競合優先権が与えられている品質クラス1のセルを読み出す。たとえば、タイムスロット17では、カウンタ値C1 およびC2 がそれぞれ閾値T1 およびT2 以上となっており、かつ、セルバッファ22-1および22-2にそれぞれセルが格納されている。すなわち、品質クラス1および品質クラス2が共に「セルを読み出すことができる状態」になっており、競合が発生している。この場合、セルバッファ22-1に格納されているセルを読み出す。

【0058】タイムスロット17において、セルバッファ22-1に格納されているセルを読み出すと、カウンタ値C1 は閾値T1 だけカウントダウンされる。一方、品質クラス2においては、セルは読み出されず、カウン

タ値C2は1だけカウントアップされる。

【0059】競合が発生していないときには、図7を参照しながら説明したように、ある品質クラスのカウント値が閾値以上であれば、そのカウント値は時間経過によってカウントアップされることはない。ところが、競合が発生し、その競合によってセルを読み出すことができなかった品質クラスにおいては、そのセルを読み出すことができなかったタイムスロットにおいて、カウント値を1カウントアップする。

【0060】このように、競合によってセルを読み出すことができなかった品質クラスにおいて、そのタイムスロットでカウント値をカウントアップすれば、セルを読み出す間隔の平均値を閾値に従うように制御できる。たとえば、品質クラス2では、タイムスロット17においてカウント値C2を3から4へカウントアップしている。タイムスロット18では、セルバッファ22-2からセルが読み出され、カウント値C2は閾値T2だけカウントダウンされて1になる。この後、カウント値C2はタイムスロット毎に1ずつカウントアップされ、タイムスロット20において3になる。ここで、閾値T2は3であるので、カウント値C2が閾値T2以上（「以上」は、「一致」を含む）となるので、セルバッファ22-2に格納されているセルが読み出される。この結果、品質クラス2においては、タイムスロット14~20において、2つのセルを読み出したことになる。この期間のセルの読出し間隔を平均化すれば、3タイムスロット毎に1つのセルを読み出すことになり、閾値T2に一致する。

【0061】上記読出し動作を競合がなかった場合の動作と比較する。競合がなかったとすると、品質クラス2では、タイムスロット17においてセルバッファ22-2からセルが読み出され、カウント値C2が0にカウントダウン（点線で示す）される。この後、カウント値C2はタイムスロット毎に1ずつカウントアップされ、タイムスロット20において3になる。そして、タイムスロット20においてセルバッファ22-2から次のセルが読み出される。このように、競合がない場合においても、タイムスロット14~20に2つのセルを読み出すことになり、競合が発生した場合と同じになる。

【0062】このように、競合によって品質クラス2セルを読み出すことができなかった場合には、品質クラス1のセルが読み出されないタイムスロットまで品質クラス2の読出し処理が待たされるが、平均化すれば、品質クラス2の読出し速度の上限は、閾値T2によって規定される値となる。

【0063】次に、オーバライド制御について説明する。上述の説明では、ある品質クラスのセルカウンタのカウント値がその品質クラスに対して設定されている閾値以上となった場合に、その品質クラスに対してセルを読み出す権利が与えられる方式を示した。しかしなが

ら、この方式では、いくつかの品質クラスにおいてセルバッファにセルが格納されていても、それらの品質クラスのカウント値が閾値よりも小さければ、それらのセルは読み出されない。

【0064】オーバライド制御は、セルを読み出すことができる状態にある品質クラスがないときに、指定された品質クラスにおいて、セルカウンタのカウント値とは無関係にセルを読み出せるようにした方式である。すなわち、ある指定された品質クラスにおいて、セルカウンタのカウント値が閾値よりも小さいにもかかわらずセルバッファからセルを読み出せるようにした方式を「オーバライド読出し」と呼ぶ。

【0065】図10は、オーバライド制御を説明する図である。図10において、品質クラス1および2については図9と同じ動作をしており、ここでは、セル出力のみを示している。品質クラス3に対する閾値は、 $T3 = 5$ 、0が設定されている。また、品質クラス3に対して設けられるセルカウンタのカウント値をC3とする。さらに、品質クラス1に対して最も高い競合優先権が与えられており、品質クラス3の競合優先権が最も低く設定されている。

【0066】品質クラス3に対しては、「オーバライド読出し」が設定されている。この設定は、図6に示すオーバライド指定部41に記憶される。品質クラス3に対して「オーバライド読出し」が設定されると、品質クラス1および2においてセル読出しが行われないタイムスロット（空きタイムスロット）では、カウント値C3が閾値T3よりも小さくても品質クラス3のセルを読み出すことができる。

【0067】以下、図10を参照しながらオーバライド制御について具体的に説明する。タイムスロット1および6では、カウント値C3が閾値T3以上となり、図8を参照しながら説明した方式と同様に、品質クラス3のセルが読み出される。また、タイムスロット4および7では、品質クラス1のセルが読み出され、タイムスロット2、5、および8では、品質クラス2のセルが読み出される。

【0068】ところが、タイムスロット3および9において、品質クラス1および2では、上述した条件(a)または(b)を満たしていないため、セルは読み出されない。また、このとき、品質クラス3のカウント値C3はT3よりも小さい。このため、オーバライド読出しを行わないとすると、タイムスロット3および9は空きタイムスロットとなる。オーバライド読出しは、このような空きタイムスロットを利用する。すなわち、タイムスロット3または9において、品質クラス3のセルバッファにセルが格納されていれば、そのセルが読み出されて空きタイムスロットに出力される。

【0069】タイムスロット3では、品質クラス3のオーバライド読出しを行うことができるが、セルバッファ

にセルが格納されていないので、セルは出力されない。タイムスロット9では、品質クラス3のセルバッファにセルが格納されているので、そのセルが読み出されて出力される。

【0070】図8または図9を参照しながら説明した通常のセル読出し処理（オーバライド読出し以外のセル読出し）を行う場合は、上述したように、セルカウンタのカウンタ値を閾値だけカウントダウンする。ところが、オーバライド読出しを行ったときには、カウンタ値を閾値だけカウントダウンする処理は行わず、(1) カウンタ値を1だけカウントアップする、(2) カウンタ値をそのまま保持する、(3) カウンタ値を0にする、のいずれか1つを行う。図10では、カウンタ値を1だけカウントアップする方式を示している。

【0071】オーバライド読み出しを指定するサービスとしては、たとえば、コンピュータ間のデータ通信などがある。このようなデータ通信は、転送遅延に関する品質の要求は厳しくないで、競合優先権を低く設定するとともにオーバライド読出しを指定する。このような設定とすれば、上記データ通信において転送されるセルは、競合優先権を高く設定したサービス（たとえば、音声通信や動画通信）のセル読出しが無いときに限って、閾値で規定する読出し間隔よりも短い間隔で読み出すことができる。したがって、空き帯域を利用してデータを効率よく送ることができる。

【0072】図10に示す例では、1つの品質クラスに対してオーバライド読み出しを指定しているが、複数の品質クラスに対して指定することもできる。この場合、オーバライド読出しを指定した複数の品質クラスに対して、オーバライド優先権を設定する。図7に示す例では、5つの品質クラスを有する品質クラス制御用バッファにおいて品質クラス3～5に対してオーバライド指定を設定しており、品質クラス5、4、3という順番に高いオーバライド優先権を与えている。

【0073】このような設定がされている場合、オーバライド読出しを行うときには、品質クラス5のセルを読み出す。品質クラス5にセルが格納されていない場合は、品質クラス4のセルを読み出す。品質クラス5および4にセルが格納されていない場合は、品質クラス3のセルを読み出す。

【0074】図11は、品質制御用バッファにおける遅延に関するシミュレーション結果である。このシミュレーションでは、品質クラス数を2とし、出線の物理帯域を149.76Mbps（353207セル/秒）としている。また、各品質クラスのセルバッファにおいてオーバーフローが発生しないものとしている。品質クラス1および2の伝送路使用率は、ともに90パーセントである。また、品質クラス1および2の読出し速度は、それぞれ10Mbps、139.76Mbpsである。これらの読出し速度は、上記(1)式の帯域RBに相当する。

【0075】方式1は、単一のセルバッファに品質クラス1および2のセルを格納する方式である。方式2は、品質クラス1用のセルバッファおよび品質クラス2用のセルバッファに対して固定的に読出し帯域を割り当てる方式である。方式3-1は、品質クラス1に対して高い競合優先権を与えるとともに、品質クラス1をオーバライド指定する方式である。方式3-2は、品質クラス1に対して高い競合優先権を与えるとともに、品質クラス2をオーバライド指定する方式である。

10 【0076】図11に示すように、オーバライド制御を導入することにより、全体の遅延を小さくすることができ、効率的に品質制御を行うことができる。図12は、セル読出し処理の動作フローチャートである。このフローチャートは、1タイムスロット内での動作を示す。ここでは、品質クラス1に対して最も高い競合優先権を与えており、以下、順番に品質クラス2, 3, . . . に対して競合優先権に関する優先度を下げていく。

20 【0077】ステップS1では、品質クラスとして「 $i=1$ 」を指定する。ステップS2では、品質クラス i のカウンタ値 C_i が閾値 T_i 以上か否かを調べる。カウンタ値 C_i が閾値 T_i よりも小さければ、ステップS3においてカウンタ値 C_i をインクリメントしてステップS5へ進む。また、カウンタ値 C_i が閾値 T_i 以上であれば、ステップS4において品質クラス i にセルが格納されていないと判断されると、ステップS5へ進む。

30 【0078】ステップS5では、すべての品質クラスに対して上記S2～S4の処理を実行したか否かを調べ、上記処理を実行していない品質クラスがあれば、ステップS6において「 $i=i+1$ 」としてステップS2へ戻り、すべての品質クラスに対して上記処理を実行していれば、ステップS21へ進む。

【0079】ステップS4において、品質クラス i にセルが格納されていたと判断された場合には、ステップS11において、そのセルを読み出すとともに、ステップS12において、カウンタ C_i を閾値 T_i だけカウントダウンする。

40 【0080】ステップS13では、品質クラス i よりも競合優先権が高い品質クラスについては、カウンタ値 C_j が閾値 T_j よりも小さい場合のみ、カウンタ値 C_j をインクリメントする。一方、品質クラス i よりも競合優先権が低い品質クラスについては、カウンタ値 C_j が閾値 T_j よりも小さい場合にカウンタ値 C_j をインクリメントするとともに、セルバッファにセルが格納されている場合には、カウンタ値 C_j が閾値 T_j 以上であってもカウンタ値 C_j をインクリメントする。

50 【0081】ステップS21では、オーバライド読出しが指定されている品質クラスがあるか否かを調べる。オーバライド読出しが指定されている品質クラスがなければ、このタイムスロットの処理を終了する。この場合、このタイムスロットではセルは読み出されない。オーバ

ライド読出しが指定されている品質クラスがあれば、オーバーライドモードに移り、ステップS22において、最も高いオーバーライド優先権が与えられている品質クラスnを検出する。

【0082】ステップS23では、品質クラスnにセルが格納されているか否かを判断し、格納されていれば、ステップS24でそのセルを読み出してこのタイムスロットの処理を終了する。

【0083】品質クラスnにセルが格納されていない場合には、ステップS25において、オーバーライド読出しが指定されているすべての品質クラスに対して上記ステップS23以降の処理を行ったか否かを調べる。すべての品質クラスに対して上記処理が実行されていれば、このタイムスロットの処理を終了する。一方、上記処理が実行されていないオーバーライド読出しが指定された品質クラスがあれば、ステップS26において、オーバーライド読出しが指定されている他の品質クラスを検出してステップS23へ戻る。

【0084】図13は、品質制御用バッファをATMスイッチの入力側（多重集線部）に設けた構成を示す図である。図2に示す品質制御用バッファ60に対応する。多重部61は、n本の入線から入力されるセルを多重化し、フィルタ62-1～62-nへ転送する。フィルタ62-1～62-nは、各入力セルのタグ情報を参照し、それぞれ品質クラス1～nのセルを通過させる。セルバッファ63-1～63-nは、それぞれフィルタ62-1～62-nを通過したセルを格納する。読出し部64は、図12を用いて説明した方式により、セルバッファ63-1～63-nからセルを読み出して出線に出力する。なお、読出し部64は、図6に示すバッファ長計測カウンタ31、閾値設定部32、セルカウンタ33、比較器34、読出し部35、オーバーライド指定部41、オーバーライド制御部42、競合制御部43を含む。

【0085】読出し部64は、出線の物理帯域（図13では、Vと記しているが、例えば、2.4Gbps）に対して各品質クラスの読出し帯域を割り当てる。品質クラス毎の読出し帯域は、各品質クラスが要求する遅延やセル廃棄率などの品質を保証する帯域とする。

【0086】ところで、呼を確立するときには、使用帯域およびサービス種別が申告される。このサービス種別によって品質クラスが決まるので、その呼に対する遅延やセル廃棄率などの品質が認識される。そして、申告された使用帯域を用いて、その呼が要求するサービスの品質を保証できる帯域を計算する。ここで、すべての呼に関する情報はCACによって管理されているので、各品質クラスが要求する品質を保証する帯域を算出することができる。

【0087】たとえば、品質制御用バッファの出線の物理帯域を2.4Gbps、品質クラス数を3とする。ここで、品質クラス1～3の読出し帯域を、それぞれ0.9

Gbps、0.3Gbps、0.9Gbpsとすると、品質クラス1～3の閾値T1～T3は、それぞれ2.67、8.0、2.67となる。このようにして閾値が設定されると、品質クラス1～3の読出し間隔の平均値は、それぞれ2.67タイムスロット、8.0タイムスロット、2.67タイムスロットに制限される。

【0088】図14は、品質制御用バッファを用いてATMスイッチを構成した例を示す図である。同図に示すATMスイッチは、 $n \times n$ スイッチであり、図14に示す品質制御用バッファ60をn個設けることによって構成することができる。

【0089】図15は、品質制御用バッファをATMスイッチの出力側（多重分離部）に設けた構成を示す図である。同図においては、ATMスイッチ12の出力をm本の出線に分離する構成を示している。品質制御用バッファ70-1～70-mは、基本的には、図13に示した多重集線部の品質制御用バッファ60と同じである。

【0090】出線1用フィルタ71は、ATMスイッチ12から出力されたセルのうち、そのタグ情報によって出線1が指定されているセルのみを通過させる。セルバッファ72-1～72-nは、それぞれ品質クラス1～nのセルを格納する。ここで、図13に示したフィルタ62-1～62-nを省略している。読出し部73は、図12を用いて説明した方式により、セルバッファ72-1～72-nからセルを読み出して出線に出力する。

【0091】図16は、セル間隔のゆらぎを吸収する品質制御用バッファの動作を説明する図である。セル入力タイミングは、図8に示した例と同じである。この方式では、各品質クラスに対して閾値を2つ設定する。図16に示す例では、閾値T11=3.25および閾値T12=4.25を設定している。

【0092】タイムスロット毎にカウンタ値C1が1ずつカウントアップされる。カウンタ値C1が閾値T11以上になったときにセルバッファ22-1にセルが格納されていれば、そのセルを読み出すとともに、カウンタ値C1を閾値T11だけカウントダウンする。この動作は、図8に示したものと同一である。

【0093】カウンタ値C1が閾値T11以上になったタイムスロットにおいて、セルバッファ22-1にセルが格納されていなければ、カウンタ値C1と閾値T12とを比較する。たとえば、タイムスロット20に示すように、カウンタ値C1が閾値T12よりも小さければ、カウンタ値C1を1だけカウントアップする。一方、タイムスロット21に示すように、カウンタ値C1が閾値T12以上であれば、カウンタ値C1をそのまま保持する。この後、タイムスロット22において、セル56がセルバッファ22-1に格納された状態になると、そのセル56を読み出すとともに、カウンタ値C1を閾値T11だけカウントダウンする。

【0094】図8と図16とを比較する。図8において

は、セル56を読み出した後、3タイムスロット後にカウンタ値C1が閾値T1以上となるのに対し、図16では、セル56を読み出してから2タイムスロット後にカウンタ値C1が閾値T1以上となる。すなわち、図16に示す方式では、図8に示す方式と比べて、1タイムスロットだけ早くセルを読み出すことができる状態になる。したがって、図16に示す方式では、品質制御用バッファに入力されるセルの間隔にゆらぎが生じた場合、図8に示す方式と比べて、そのゆらぎを1タイムスロットだけ多く吸収できる。

【0095】図17は、共通バッファを用いた品質制御用バッファの構成図である。上述した構成においては、品質クラス毎にセルバッファを設け、入力セルをその品質クラスに応じて所定のセルバッファに格納していた。これに対して、図17に示す共通バッファ構成では、入力セルをすべて共通バッファに格納し、その共通バッファへの書き込みアドレスを品質クラス毎に管理する。

【0096】共通バッファ81は、入線から入力されるセルを格納し、その格納アドレスをアドレスバッファ部83へ通知する。品質クラス検出部82は、入力セルの品質クラスを検出し、その結果をアドレスバッファ部83へ通知する。

【0097】アドレスバッファ部83は、品質クラス毎に設けられたアドレスバッファ84-1~84-nを有する。そして、共通バッファ81に書き込まれたセルの書き込みアドレスを、そのセルの品質クラスに従って所定のアドレスバッファ84-1~84-nに格納する。たとえば、品質クラス1のセルが入力されると、そのセルの共通バッファ81への書き込みアドレスがアドレスバッファ84-1に格納される。

【0098】読み出し制御部85は、図12に示す方式に従って、アドレスバッファ84-1~84-nから書き込みアドレスを取り出し、その書き込みアドレスを用いて共通バッファ81からセルを読み出す。

【0099】上述のような共通バッファ構成とすれば、セルを格納するためのメモリ容量を小さくすることができる。

【0100】

【発明の効果】様々な通信サービスを統合的に扱うネットワークにおいて、各通信サービスが要求する品質を保証するための制御方式を提供することにより、ユーザに快適な通信サービスを提供する。また、各品質クラスの品質を保証しながら、特定の品質クラスのセルを空きタイムスロットを利用して転送できるようにしたので、交換機および伝送路の使用効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理を説明する図である。

【図2】ATM網の構成図である。

【図3】品質制御用バッファの概念を説明する図である。

【図4】(a)は、回線上でのセルのフォーマットであり、(b)は、交換機内でのセルのフォーマットである。

【図5】VCI変換テーブルを模式的に示した図である。

【図6】品質制御用バッファのブロック図である。

【図7】オーバーライド指定部の設定例である。

【図8】品質制御用バッファの基本動作を説明する図である。

10 【図9】競合制御を説明する図である。

【図10】オーバーライド制御を説明する図である。

【図11】品質制御用バッファにおける遅延に関するシミュレーション結果である。

【図12】セル読出し処理の動作フローチャートである。

【図13】品質制御用バッファをATMスイッチの入力側(多重集線部)に設けた構成を示す図である。

【図14】品質制御用バッファを用いてATMスイッチを構成した例を示す図である。

20 【図15】品質制御用バッファをATMスイッチの出力側(多重分離部)に設けた構成を示す図である。

【図16】入力セル間隔のゆらぎを吸収する品質制御用バッファの動作を説明する図である。

【図17】共通バッファを用いた品質制御用バッファの構成図である。

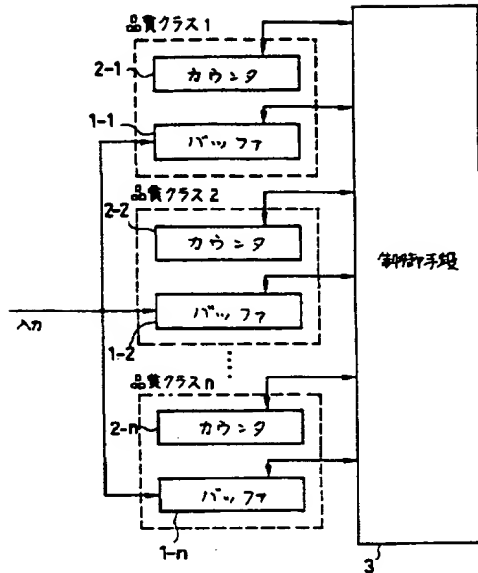
【図18】ATM網における従来の品質管理方式を説明する図である。

【符号の説明】

12	ATMスイッチ
13	VCI変換テーブル
21-1~21-n	セルバッファ
22-1~22-n	品質クラスフィルタ
23	読出しスケジューラ
31-1~31-n	バッファ長計測カウンタ
32-1~32-n	閾値設定部
33-1~33-n	セルカウンタ
34-1~34-n	比較器
35-1~35-n	読出し部
41	オーバーライド指定部
42	オーバーライド制御部
43	競合制御部
60、70	品質制御用バッファ
81	共通バッファ
82	品質クラス検出部
83	アドレスバッファ部
84-1~84-n	アドレスバッファ
85	読出し制御部

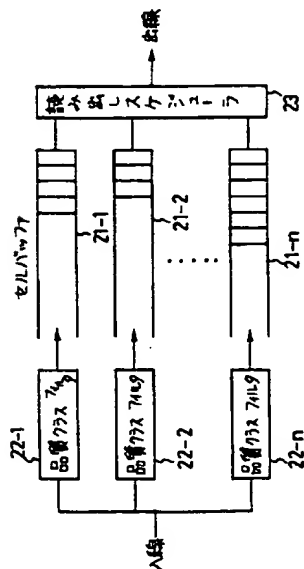
【図1】

本発明の原理を説明する図



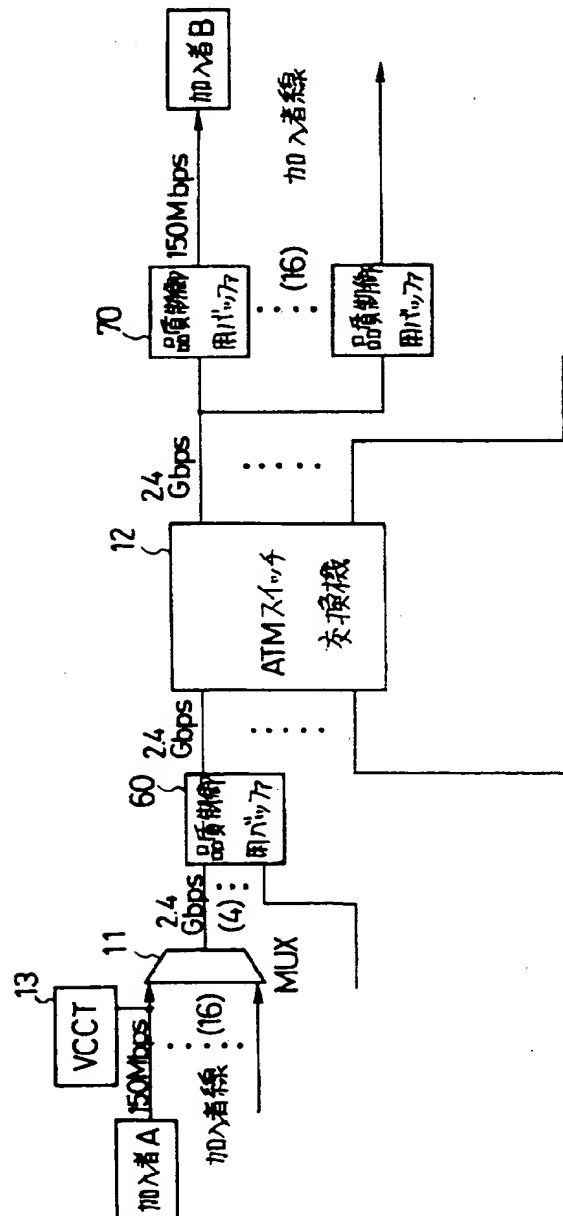
【図3】

品質制御用バッファの概念を説明する図



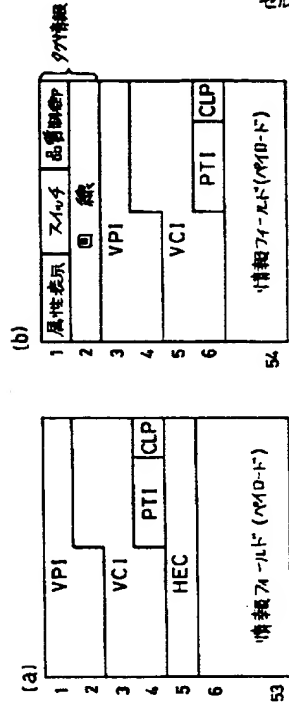
【図2】

ATM網の構成図



【図4】

(a)は回線上的セルのフォーマットであり、(b)は交換機内のセルのフォーマット



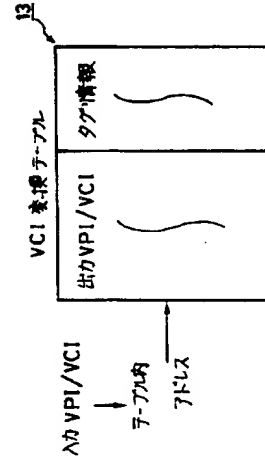
【図7】

オーバーライド指定部の設定例

品質クラス	指定	優先度
クラス 1	0	—
クラス 2	0	—
クラス 3	1	3
クラス 4	1	2
クラス 5	1	1

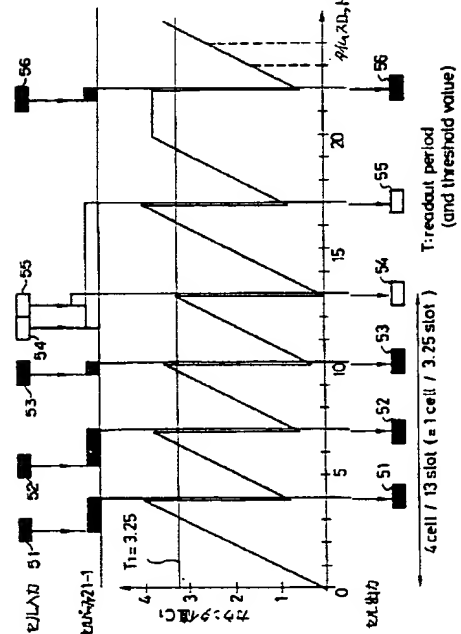
【図5】

VCI変換テーブルを模式的に示した図



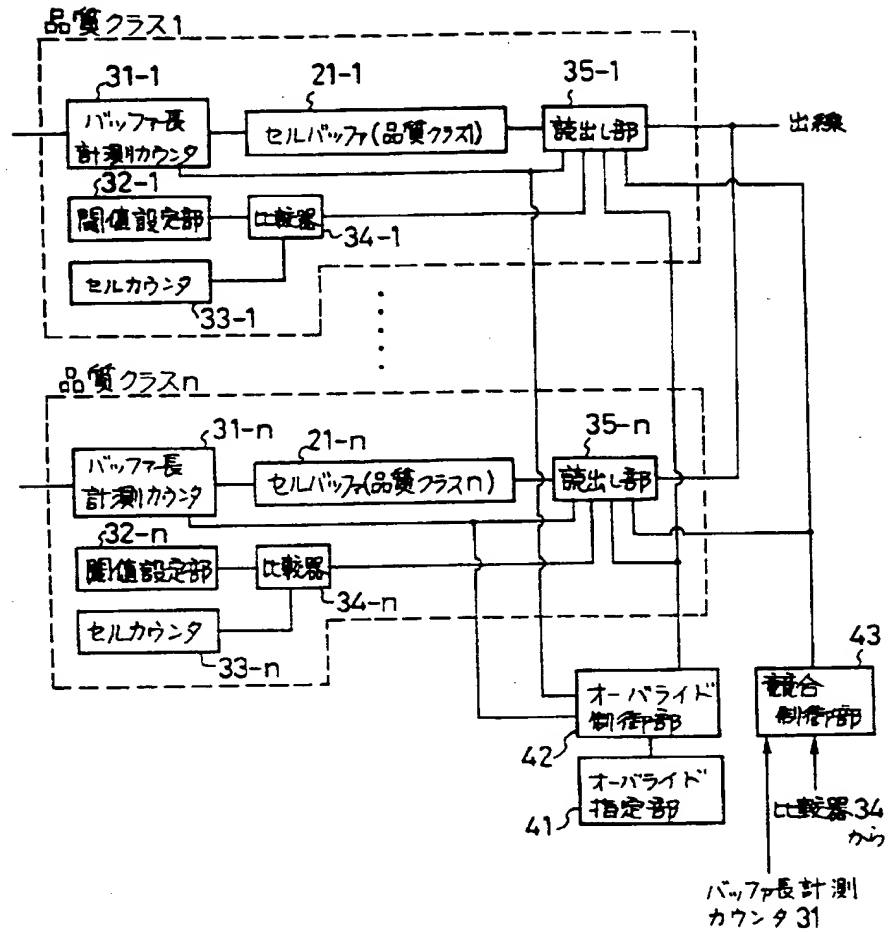
【図8】

品質制御用バッファの基本動作と説明図

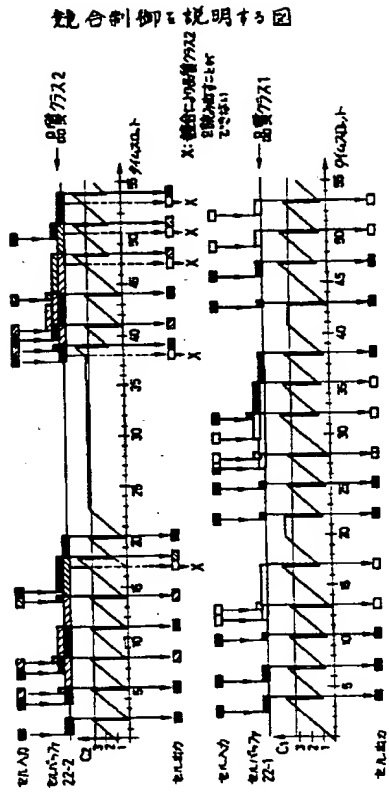


【図6】

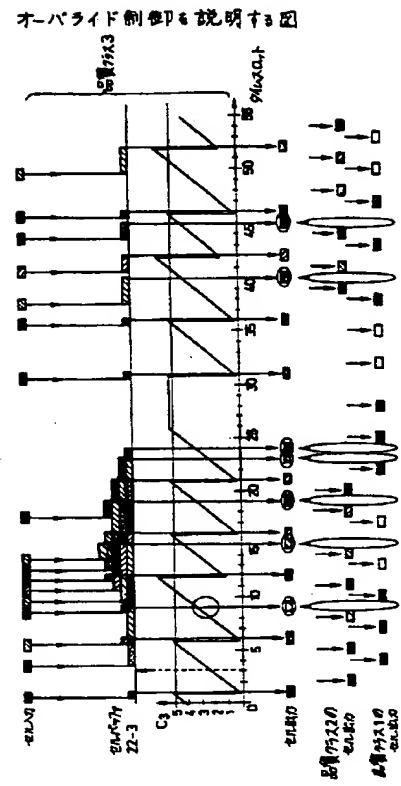
品質制御用バッファのブロック図



【図9】



【図10】



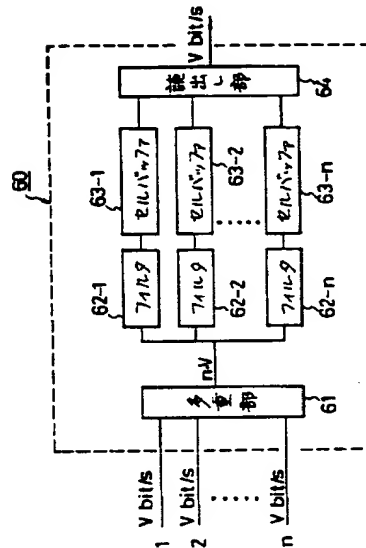
【図11】

品質制御用バッファにおける
遅延に関するシミュレーション結果

	平均遅延	99%遅延
方式1	137.4 μ S	1281 μ S
方式2	195.9	943.7
方式3-1	23.20	228.8
方式3-2	76.59	580.4

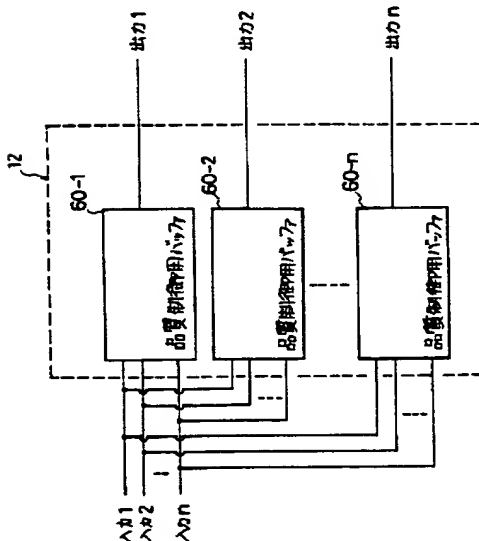
【図13】

品質制御用バッファを ATM スイッチの
入力側(多重集線部)に設けた構成を示す図



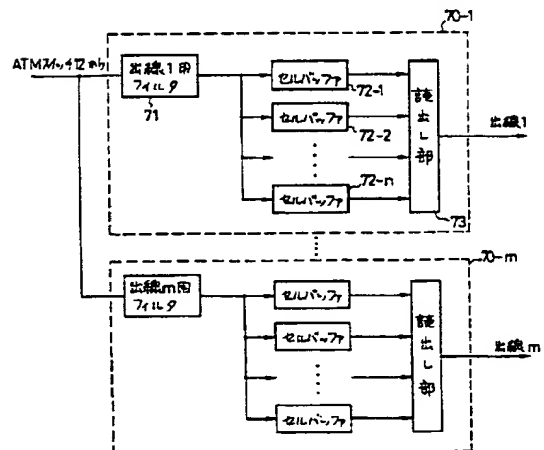
【図14】

品質制御用バッファを用いて
ATM スイッチを構成した例を示す図



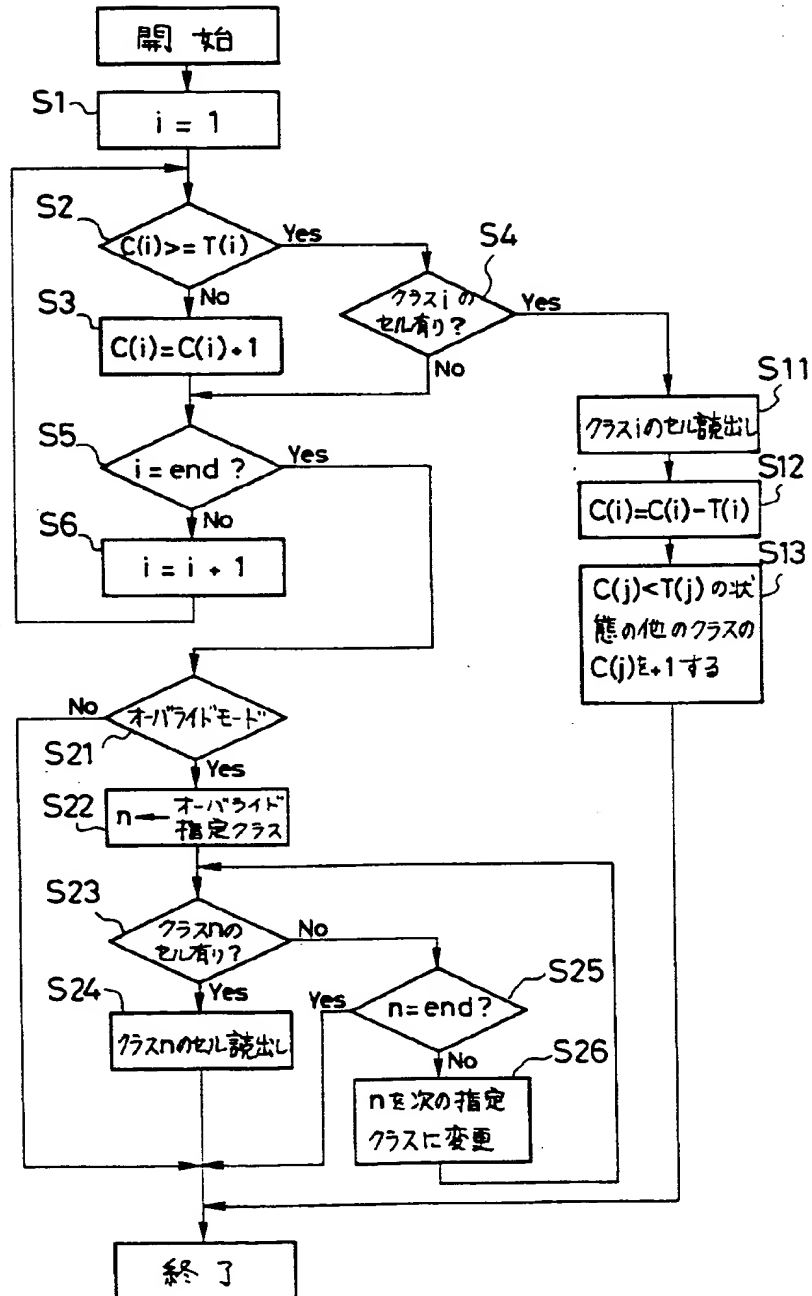
【図15】

品質制御用バッファを ATM スイッチの出力側(多重分離部)に
設けた構成を示す図



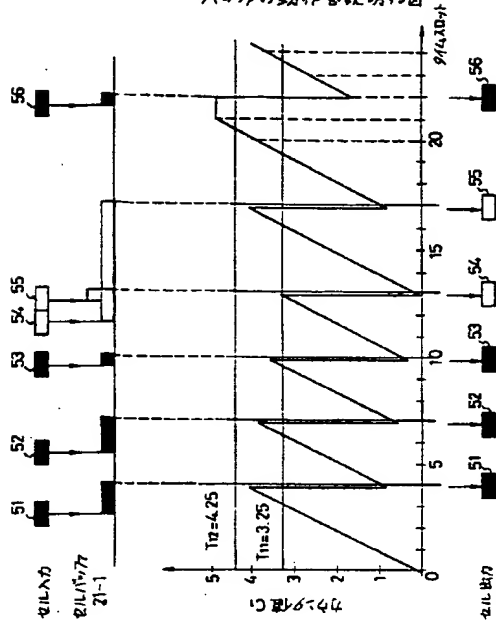
【図12】

セル読出し処理の動作フローチャート



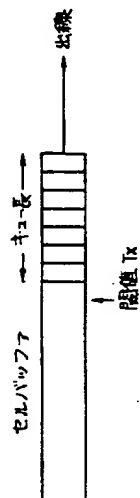
【図16】

入力セル間隔のゆらぎを吸収する品質制御用
バッファの動作を説明する図



【図18】

ATM 網における従来の品質管理方式を説明する図



【図17】

共通バッファを用いた
品質制御用バッファの構成図

